

ÉTUDE DE LA MYCOFLORE DES RACINES DU BANANIER 'POYO' ⁽¹⁾

par **E. LAVILLE**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

Chapitre II

PRINCIPALES DONNÉES GÉOGRAPHIQUES, CLIMATIQUES ET PÉDOLOGIQUES DE LA RÉGION OÙ SE SITUE L'ÉTUDE

La station de l'Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer, sur laquelle cette étude a été entreprise, se situe près du village de Nyombé, dans la zone bananière de l'Ouest-Cameroun, le long de la route reliant Douala à N'Kongsamba, entre M'Banga et Penja.

A la limite nord de la forêt dense, cette région est caractérisée par un climat sub-équatorial à forte pluviométrie (presque trois mètres par an) avec une courte saison sèche en décembre-janvier, et une longue période de pluies à deux maxima, mars-avril et juillet-août.

La température moyenne est élevée et varie peu entre 26 et 27° C. L'hygrométrie demeure élevée.

C'est une région de volcanisme récent et les terrains où se situe l'étude sont à une altitude moyenne de 80 mètres.

Les plantes étudiées, sont placées sur des sols formés sur « lapillis ». Ce sont des sols noirs peu évolués. Ils sont très organiques et possèdent une structure grumeleuse. Ils sont caractérisés par l'existence à profondeur variable, vers 40 à 80 cm d'un horizon compact de cendres ou lapillis cimentées, et souvent désigné sous le terme de « dalle » (cliché n° 6). Elle peut atteindre 1 m d'épaisseur et sa puissance comme sa profondeur constituent les principales variantes de ces sols.

Ces sols sont ainsi définis : « Sols jeunes sur lapillis, brun-jaune à brun-jaune foncé avec horizon croûté ».

Le triangle granulométrique normal classe ces sols en majorité dans la texture sablo-limoneuse avec souvent de très faibles teneurs en argile.

L'humidité équivalente oscille entre 50 et 65 p. cent.

Les teneurs en matière organique sont toujours supérieures à 6 p. cent sans dépasser 10 p. cent.

PHOTO n° 6. — Tranchée d'observation effectuée sur le terrain où se situe l'étude. Noter la localisation des racines dans les premiers 50 cm et la présence de la « dalle » à 1 mètre.



(1) Voir chapitre I, dans *Fruits*, septembre 1964, vol. 19, n° 8, p. 435-449.

Les teneurs en humus oscillent entre 0,2 et 1,6 p. mille.

Les valeurs du pH sont réparties d'une façon homogène :

pH 6,1 à 7,2 en surface,
pH 6,5 à 7,15 en profondeur.

La moyenne est de 6,6 dans l'horizon de surface et de 6,8 dans l'horizon inférieur.

Le calcium est toujours présent avec 10 à 25 ME pour 100 g, le Magnésium est peu variable de 2 à 10 ME pour 100 g. Le Sodium n'est jamais nul (0,2 ME pour 100 g) et le Potassium est bien représenté avec en moyenne 1 ME pour 100 g.

Enfin les réserves minérales de ces sols sont abondantes et plus importantes en profondeur qu'en surface, excepté pour le Potassium.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les séries d'isolements des principaux éléments de la mycoflore des nécroses des racines de bananier Poyo ont été entreprises entre 1962 et 1963 à Nyombé.

Les fragments de racines prélevés étaient disposés dans des tubes stériles, ramenés dans un laboratoire de campagne, soigneusement lavés et débarrassés des particules de terre, et désinfectés en surface par trempage durant 2 minutes dans un bain à 2 p. mille d'hypochlorite de Ca.

Les racines étaient, après rinçage à l'eau stérile, soigneusement disséquées et les fragments disposés sur milieu gélosé en boîte de Petri.

Les champignons isolés sont rapidement repiqués en tubes.

Pour les boîtes de Pétri et les tubes du premier repiquage, nous avons utilisé le milieu de MARTIN (1950) à la streptomycine et au Rose Bengal., qui nous a donné satisfaction dans ces conditions difficiles d'isolement.

La multiplicité des isolements effectués nous a permis de mener une étude statistique quantitative et qualitative de la répartition des champignons des nécroses, en fonction :

- a) du niveau de prélèvement (à 10 cm et à 30 cm de profondeur) ;
- b) de la zone de prélèvement (distance et orientation par rapport au rhizome, voir schéma des prélèvements) ;

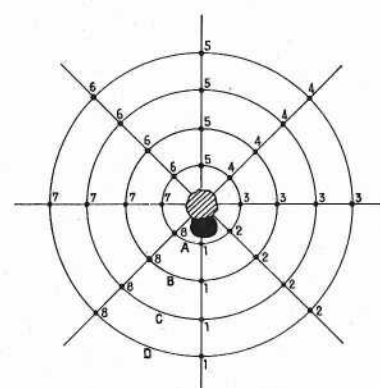


SCHÉMA 1 - SCHÉMA DES PRÉLÈVEMENTS

Cercle A de 0 à 25 cm à partir de la souche
Cercle B de 25 à 50 cm
Cercle C de 50 à 75 cm
Cercle D de 75 à 100 cm

Rayons 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 ; le rayon numéroté 1 est situé dans l'axe du pied mère disparu.

- c) du stade de la nécrose (stade initial, moyen ou final) ;
- d) du traitement subi (absence ou présence de nématocide).

Les bananiers Poyo sur lesquels étaient prélevés ces échantillons étaient âgés d'environ huit mois.

RÉSULTATS

Étude quantitative.

Cette première étude porte sur la totalité des champignons isolés, sans tenir compte des espèces.

A) Distribution de la mycoflore en fonction du niveau de prélèvement.

Nous avons pu mettre en évidence dans le cas du témoin que les nécroses du niveau supérieur (10 cm)

sont significativement plus riches en flore fongique que celles du niveau profond (30 cm).

Par contre cette différence ne se retrouve pas dans le cas de bananier traité au nématocide.

B) Distribution de la mycoflore en fonction des zones de prélèvements (rayons et cercles).

Sur les rayons la répartition des champignons totaux est homogène, aussi bien dans le témoin aux deux ni-

veaux, que dans le cas du bananier traité au nématicide au niveau supérieur, alors qu'au niveau profond la répartition n'est pas homogène et est maximum le long du rayon n° 2.

Sur les cercles, la répartition est partout homogène sauf pour le témoin au niveau supérieur où le maximum de champignons a été isolé sur le cercle C (50 à 75 cm).

C) *Distribution de la mycoflore en fonction du stade de nécrose.*

Dans ce domaine nous n'avons pas pu mettre en évidence, tant sur le témoin que sur le sujet traité au nématicide, et aux deux niveaux de prélèvement, de différences significatives dans la répartition de la mycoflore totale aux différents stades de nécroses.

D) *Distribution de la mycoflore en fonction du traitement subi.*

La totalité des champignons isolés dans le témoin et aux deux niveaux n'est pas sensiblement différente de celle des champignons isolés dans les nécroses du bananier traité au nématicide, par contre si l'on envisage seulement le niveau supérieur (10 cm) le témoin se révèle plus riche que le traité. A 30 cm il n'existe pas de différence.

Enfin la comparaison des rapports suivants ne nous a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre eux.

$$\text{témoin} \frac{\text{mycoflore totale à 30 cm}}{\text{mycoflore totale à 10 cm}}$$

$$\text{et traité} \frac{\text{mycoflore totale à 30 cm}}{\text{mycoflore totale à 10 cm}}$$

Conclusions.

Il semble que la répartition de la flore fongique des nécroses tout autour du bananier soit à peu près homogène, bien que sur le cercle C (témoin à 10 cm) et sur le rayon 2 (traité à 30 cm) celle-ci soit numériquement légèrement plus abondante.

D'autre part on peut penser que le traitement nématicide a tendance à uniformiser la flore fongique totale entre le niveau supérieur et le niveau profond (voir paragraphe D), bien que les rapports comparés ci-dessus n'offrent pas de différence significative.

Enfin nous avons comparé la distribution des champignons totaux (dans les nécroses du témoin et du sujet traité) sur le cercle A où les nématodes sont particulièrement nombreux, avec celle des cercles B, C et D où ils le sont théoriquement moins, mais n'avons pu mettre en évidence de différence significative aussi bien au niveau supérieur qu'au niveau profond.

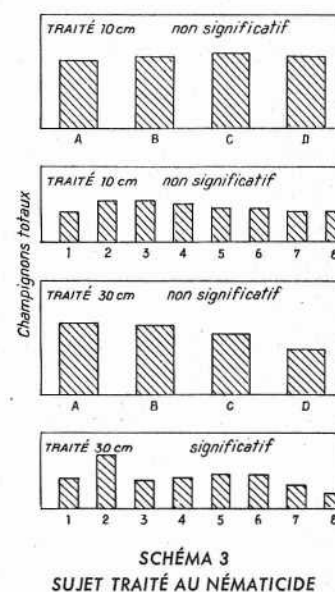
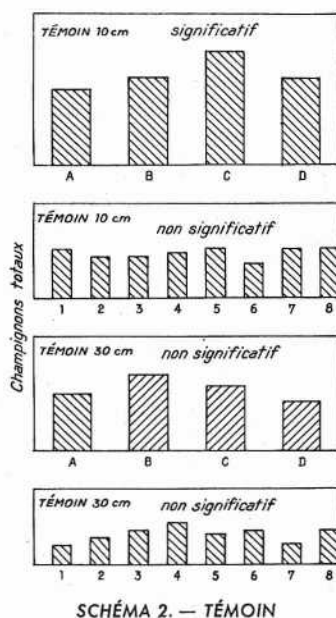
Ce qui peut nous inviter à penser que le traitement nématicide n'a que peu d'action sur la flore fongique des nécroses.

TABLEAU N° 1.

Champignons totaux.	total	10 cm	30 cm
Témoin	798	479	319
Traité nématicide.....	709	378	331

TABLEAU N° 2.

Champignons totaux.												
Témoin	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8
10 cm	102	114	149	114	64	56	57	60	63	47	66	66
30 cm	72	100	85	62	25	32	48	53	42	48	27	44
Traité nématicide.												
10 cm	91	93	100	94	42	56	56	53	48	45	39	39
30 cm	98	94	80	59	42	67	39	42	48	48	30	15



SCHÉMAS n°s 2 et 3 et TABLEAUX n°s 1 et 2. — Répartition quantitative de la mycoflore sur les rayons et les cercles.

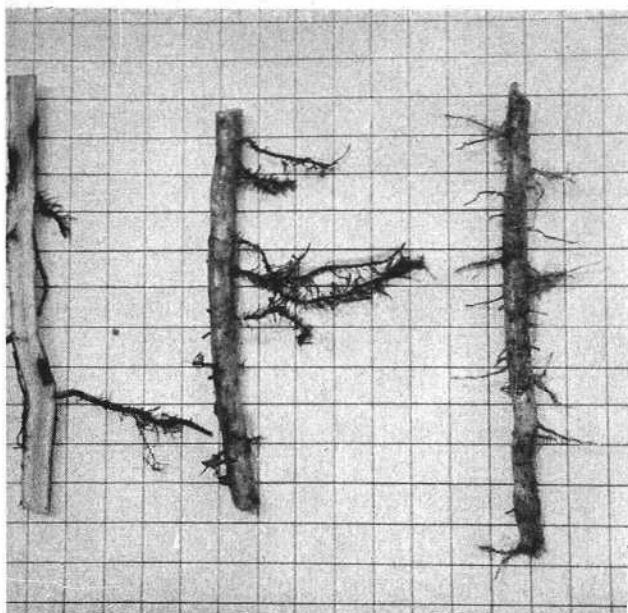


PHOTO n° 7. — Nécroses sur racines principales. Stade initial intéressant une zone limitée du cortex.

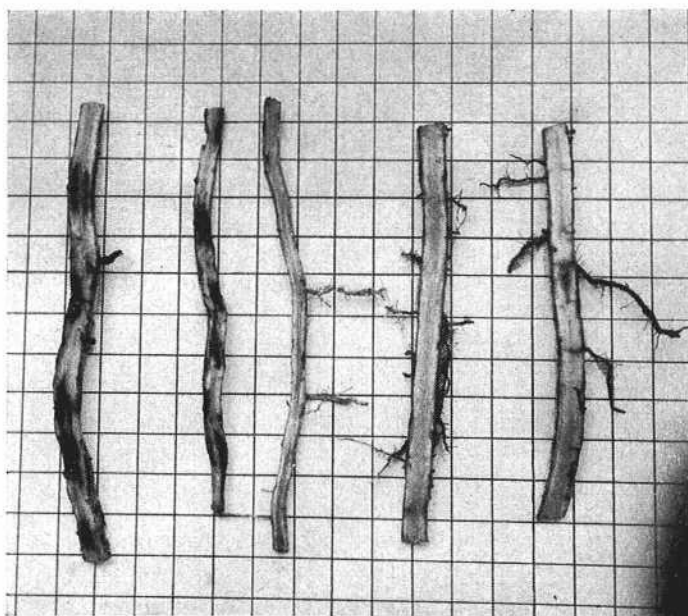
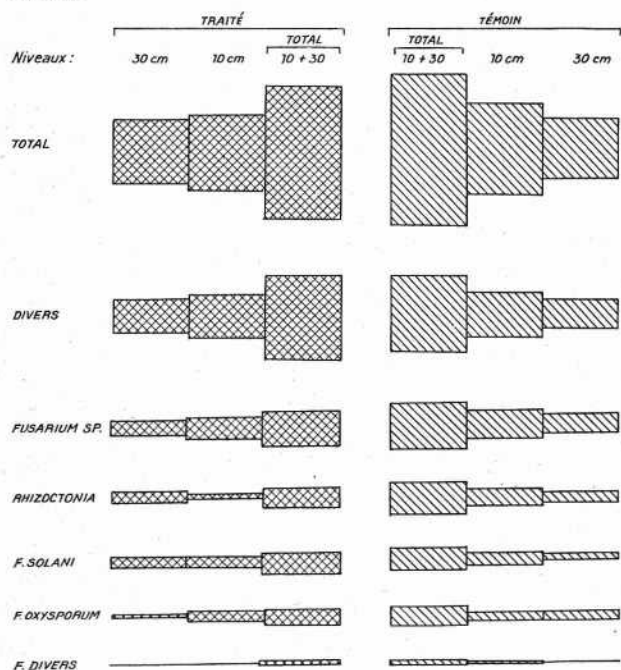


PHOTO n° 8. — Nécroses sur racines principales. Stade moyen noir rougeâtre, intéressant une partie notable du cortex; (à droite, racine saine).

Études qualitatives.

Pour ces études nous avons subdivisé la flore fongique totale en un certain nombre de groupes d'espèces,

SCHÉMA 4



en tenant compte des conclusions que nous avons pu tirer des travaux antérieurs sur la mycoflore racinaire des bananiers, et des résultats que nous avons nous-même obtenus l'année précédente.

Ces groupes d'espèces ainsi choisis sont les suivants :

Fusarium sp. *F. oxysporum*.
F. solani.
F. divers (*F. roseum*, *F. monili-*
forme, *F. lateritium*, *F. tricinatum*
F. rigidiuscula, *F. nivale*, *F. epi-*

TABLEAU N° 3.

	Témoin			Traité nématicide		
	total	10 cm	30 cm	total	10 cm	30 cm
Divers	390	250	140	425	231	194
Fusarium sp.	249	142	107	188	114	74
F. oxysporum...	92	44	48	76	59	17
F. solani	126	73	53	96	49	47
F. divers	29	24	5	16	6	10
Rhizoctonia	169	87	72	96	33	63

SCHÉMA n° 4 et TABLEAU n° 3. — Distribution des différents groupes d'espèces selon les niveaux de prélèvements.

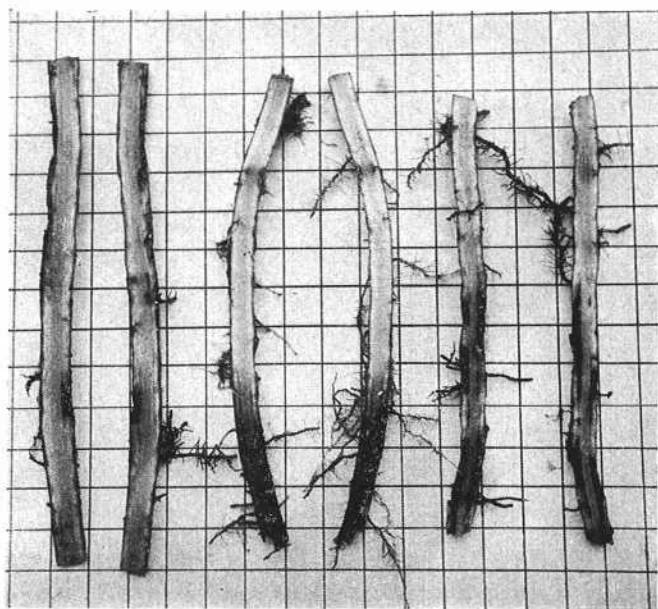


PHOTO n° 9. — Nécroses sur racines principales. Stade moyen avancé, noirâtre, intéressant le cortex et provoquant une coloration brunâtre du cylindre central.

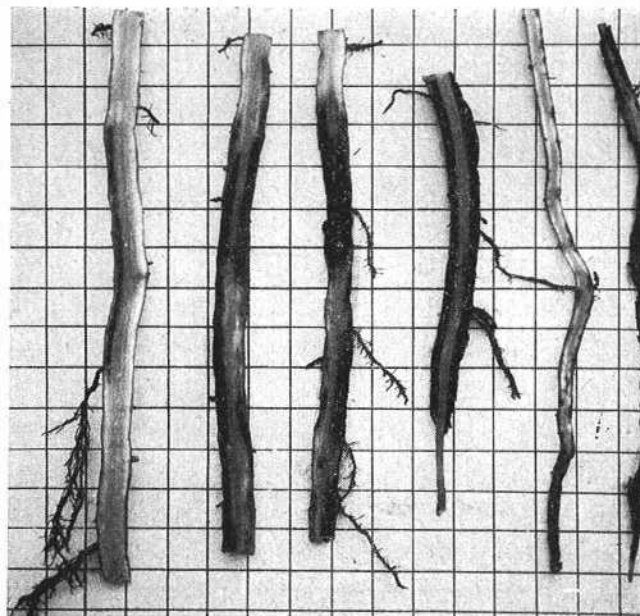


PHOTO n° 10. — Nécroses sur racines principales. Stade final, intéressant la presque totalité du cortex.

sphaeria, selon la classification de SNYDER et HANSEN).

Rhizoctonia sp.

DIVERS

(Groupe comprenant surtout des saprophytes, *Penicillium*, *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Cladosporium*, *Torula*, etc.).

Résultats.

A) Distribution des espèces en fonction du niveau de prélèvement.

Nous avons tout d'abord analysé la répartition des espèces isolées des nécroses en fonction du niveau de prélèvement et par conséquent comparé entre eux les niveaux 10 cm et 30 cm aussi bien chez le témoin que sur le bananier traité

Témoin.

Nous n'avons pu mettre en évidence de différences significatives entre le nombre de *Fusarium* sp. isolés de nécroses situées à 10 cm et celui des champignons de ce même groupe isolés à 30 cm. De même pour le groupe des *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* et *Fusarium* divers, ainsi que des *Rhizoctonia* et du groupe des Champignons divers.

Ainsi la différence entre les niveaux 10 et 30 cm n'est pas significative lorsqu'on compare les espèces entre elles prises isolément, mais l'est lorsqu'on compare la totalité de la mycoflore prise globalement (voir ci-avant).

Nous avons aussi comparé les rapports suivants, toujours entre les niveaux 10 cm et 30 cm.

<i>Rhizoctonia</i>	<i>Fusarium</i> sp.
<i>Fusarium</i> sp.	<i>Fusarium solani</i>
(1)	(2)
<i>Fusarium</i> sp.	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>
(3)	(4)

Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative en ce qui concerne les trois premiers rapports, par contre pour le quatrième (très significativement différent) on observe une variation nette ayant pour cause principale une diminution du nombre des *Fusarium solani* (isolés des nécroses) avec l'augmentation de la profondeur.

Traité au nématicide.

De même que pour le témoin, nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence entre les deux niveaux,

SCHÉMA n° 5 et TABLEAUX n°s 4 et 5. — Distribution des espèces en fonction des différents stades de nécrose.

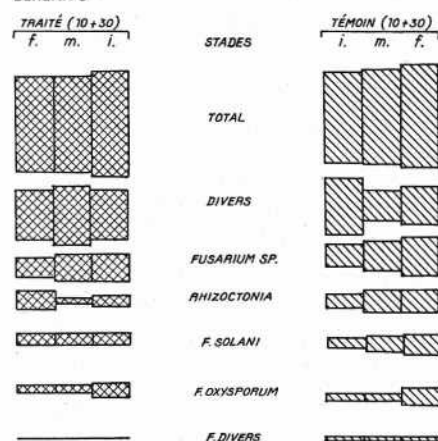
TABLEAU N° 4.

Témoin 10 cm + 30 cm.							
stades	total	divers	Fu. sp.	F. s.	F. o.	F. d.	Rh.
i.	252	146	65	35	17	13	41
m.	271	83	76	43	25	8	62
f.	275	106	108	48	50	8	56
Traité 10 cm + 30 cm.							
stades	total	divers	Fu. sp.	F. s.	F. o.	F. d.	Rh.
i.	285	134	71	35	40	6	27
m.	270	154	57	33	16	8	22
f.	255	130	50	28	20	2	47

TABLEAU N° 5.

Témoin 10 cm.							
stades	total	divers	Fu. sp.	F. s.	F. o.	F. d.	Rh.
i.	145	86	33	17	3	13	26
m.	168	90	40	24	8	8	38
f.	166	74	69	32	33	3	23
Traité 10 cm.							
stades	total	divers	Fu. sp.	F. s.	F. o.	F. d.	Rh.
i.	175	70	54	20	31	3	7
m.	175	84	38	19	16	3	16
f.	130	70	22	10	12	0	10
Témoin 30 cm.							
stades	total	divers	Fu. sp.	F. s.	F. o.	F. d.	Rh.
i.	107	60	32	18	14	0	15
m.	103	43	36	19	17	0	24
f.	109	37	39	16	17	5	33
Traité 30 cm.							
stades	total	divers	Fu. sp.	F. s.	F. o.	F. d.	Rh.
i.	111	64	27	25	9	3	20
m.	95	70	19	14	0	5	6
f.	125	60	28	18	8	2	37

SCHÉMA 5



et ceci pour chaque espèce ou groupe d'espèces envisagés, ce qui confirme les résultats obtenus sur la totalité des champignons isolés des nécroses ou aucune variation importante n'avait pu être enregistrée.

Si l'on compare maintenant quelques rapports, toujours entre les isollements des nécroses situées au niveau 10 cm et celles du niveau 30 cm nous obtenons les résultats suivants :

$$\frac{\text{Rhizoctonia}}{\text{Fusarium sp.}} \quad (1)$$

Ce rapport varie significativement (très significatif) entre les deux niveaux considérés, et l'on peut noter une diminution du nombre des *Fusarium* sp. isolés des nécroses, ainsi qu'une augmentation de celui des *Rhizoctonia* avec l'augmentation de la profondeur.

$$\frac{\text{Fusarium sp.}}{\text{Fusarium oxysporum}} \quad (2) \quad \text{et} \quad \frac{\text{Fusarium sp.}}{\text{Fusarium solani}} \quad (3)$$

Ces deux rapports n'évoluent pratiquement pas, ce qui signifie que le pourcentage de *F. oxysporum* et *F. solani* par rapport aux *Fusarium* sp., isolés des nécroses, est sensiblement constant.

$$\frac{\text{Fusarium oxysporum}}{\text{Fusarium solani}} \quad (4)$$

Par contre ce dernier rapport est très significativement différent d'un niveau à l'autre et l'on observe une diminution du nombre des *Fusarium oxysporum* isolées des nécroses avec l'augmentation de la profondeur.

Alors qu'à partir des nécroses des racines du bananier-témoin on pouvait observer une diminution des

espèces *Fusarium solani* avec la profondeur, on note que le traitement nématicide semble avoir pour effet, de diminuer plutôt les espèces *Fusarium oxysporum* isolées des nécroses situées à 30 cm ainsi que de favoriser le groupe *Rhizoctonia* à ce même niveau.

B) *Distribution des espèces en fonction de la zone de prélèvement.*

Nous avons examiné pour chaque espèce ou groupe d'espèces isolés des nécroses, aussi bien sur les racines du bananier témoin que sur celles du sujet traité au nématicide, leurs distributions sur les cercles et sur les rayons, aux deux niveaux (10 et 30 cm) de prélèvement.

Parmi tous ces cas, aucune hétérogénéité de distribution n'a pu être mise nettement en évidence.

Il semble donc qu'il n'existe pas, autour du bananier, d'axe ou de zone privilégiée, ou une espèce déterminée serait plus abondamment présente dans les nécroses (et ceci pour chaque niveau considéré), bien que si l'on envisage la flore fongique dans sa totalité, dans le cas du témoin, sur le cercle C, pour le traité sur le rayon n° 2, nous avons pu déceler quelques concentrations fongiques dans les nécroses, plus fortes qu'ailleurs.

C) *Distribution des espèces en fonction des différents stades de nécrose.*

En étudiant l'homogénéité des séries de distribution des diverses espèces isolées au cours de l'évolution des nécroses (stade initial, moyen et final) (i. m. f.) nous n'avons pas par cette méthode, pu mettre en évidence de différences significatives entre ces trois stades.

Aussi bien pour le témoin à 10 et à 30 cm que pour le sujet traité à ces mêmes niveaux, l'importance d'aucune espèce ne semble varier sensiblement au cours de l'évolution de la nécrose.

Nous avons alors utilisé la méthode de comparaison de rapport, afin de mettre en évidence les variations éventuelles.

Témoin.

Au niveau 10 cm nous avons comparé l'évolution des rapports suivants entre le stade initial et le stade final de la nécrose.

$$\frac{Rhizoctonia}{Fusarium \text{ sp.}} \quad \text{et} \quad \frac{Fusarium oxysporum}{Fusarium solani} \\ (1) \qquad \qquad \qquad (2)$$

Les différences pour ces deux rapports sont significatives et sont semble-t-il dues pour le premier à une augmentation du nombre des *Fusarium* sp. isolés au stade final de la nécrose et pour le second à une aug-

mentation plus importante de *Fusarium oxysporum* que de *Fusarium solani*. Nous avons pu préciser que pour ces deux rapports, les augmentations enregistrées se réalisaient en fait entre les stades moyen et final, et que par contre ces rapports n'évoluaient que très peu entre les stades initial et moyen.

Ainsi sur le sujet témoin à 10 cm, l'évolution fongique des nécroses est surtout marquée entre le stade moyen et le stade final, par une évolution qualitative entraînant plus spécialement l'augmentation du nombre des espèces fusariennes isolées et particulièrement *Fusarium oxysporum*.

Par contre à 30 cm le rapport $\frac{Fusarium oxysporum}{Fusarium solani}$

n'évolue pas entre le stade initial et le stade final alors

que le rapport $\frac{Rhizoctonia}{Fusarium \text{ sp.}}$ varie entre le stade initial

et le stade final et son évolution se marque par une augmentation des *Rhizoctonia* isolés.

En résumé donc, sur les racines du témoin, la nécrose semble, aux deux niveaux, s'enrichir, lors de son évolution vers le stade final, d'espèces fongiques déterminées, *Fusarium* sp. et *Fusarium oxysporum* à 10 cm et *Rhizoctonia* à 30 cm.

Traité au nématicide.

A 10 cm il n'y a pas entre le stade initial et le stade final de la nécrose de variation sensible pour le rapport

$$\frac{Fusarium oxysporum}{Fusarium solani}$$

mais par contre on note pour le rapport $\frac{Rhizoctonia}{Fusarium \text{ sp.}}$

à la fois entre les stades initial et final et initial et moyen une évolution significative, marquée par une diminution des *Fusarium* sp. de i. en f. et de i. à m. ainsi qu'une augmentation de *Rhizoctonia* surtout apparente entre le stade initial et le stade moyen.

Par contre à 30 cm aucun de ces deux rapports ne varie.

En conclusion, sur les racines du sujet traité au nématicide, on observe une certaine stabilité dans l'évolution de la mycoflore fongique isolée des nécroses situées à 30 cm mais une diminution des espèces *Fusarium* et une augmentation de *Rhizoctonia* à 10 cm, intéressant l'évolution de la nécrose du stade initial au stade moyen et même final.

D) *Distribution qualitative en fonction du traitement subi*

Nous avons comparé successivement les différentes espèces, isolées des nécroses du sujet témoin de celles

isolées des nécroses du sujet traité au nématicide, en groupant les résultats obtenus aux deux niveaux.

Excepté pour *Fusarium solani*, significativement plus fréquent dans les nécroses des racines du témoin que dans celles du sujet traité, il n'y a pas pour les autres espèces de différences sensibles selon le traitement.

Nous n'avons pas pu, de plus, mettre en évidence de différence significative dans la répartition de ces espèces aux stades initial, moyen et final, entre le témoin et le traité.

Par contre en utilisant la comparaison de rapports, quelques différences ont pu être observées. Ainsi en comparant le rapport $\frac{Rhizoctonia}{Fusarium\ sp.}$ successivement à 10 et à 30 cm entre le témoin et le traité, nous avons noté qu'à 10 cm la différence est significative et peut être due à une diminution de *Rhizoctonia* sur les nécroses du sujet traité, mais par contre cette méthode n'a pas fait apparaître de différence à 30 cm.

Nous avons aussi cherché à connaître à quel stade de nécrose, le traitement nématicide pouvait avoir une action. Et nous avons mis en évidence que la variation du rapport $\frac{Rhizoctonia}{Fusarium\ sp.}$ à 10 cm, entre le témoin et le traité était significative aux stades « initial » et « moyen » de la nécrose, marquée par une diminution de *Rhizoctonia* dans le cas du sujet traité, mais nulle au stade « final ».

A 30 cm, ce rapport reste invariable, quel que soit le stade envisagé, entre les témoins et le sujet traité au nématicide.

En envisageant maintenant l'évolution du rapport

$\frac{Fusarium\ oxysporum}{Fusarium\ solani}$

aux différents stades de nécroses et selon le traitement subi, on peut noter qu'excepté au niveau supérieur (10 cm) et au stade « moyen » de la nécrose, où la variation est due à une diminution des *Fusarium solani*, dans les nécroses du sujet, ce rapport ne varie sensiblement pas.

Pour conclure cette étude qualitative, les méthodes d'analyse statistiques utilisées, nous permettent de remarquer, tout d'abord, que la répartition des différentes espèces présentes dans les nécroses, ne varie sensiblement pas avec le niveau (10 ou 30 cm) de prélèvement, avec cependant une légère diminution de *Fusarium solani* dans les nécroses du niveau inférieur, du bananier témoin, et une diminution de *Fusarium oxysporum*, accompagnée d'une augmentation faible de *Rhizoctonia* au niveau 30 cm sur les nécroses du sujet traité.

Notons ensuite qu'il ne semble pas exister, autour du bananier, d'axe ou de zone privilégiés où une espèce déterminée se trouverait plus abondamment représentée dans les nécroses.

Aux différents stades de nécrose la distribution des différentes espèces ne varie pratiquement pas en valeur absolue, ce qui signifierait que la majeure partie des espèces fongiques sont présentes très tôt dans la nécrose ; et les faibles variations observées, concernent plus particulièrement l'évolution du rapport entre certaines d'entre elles.

Enfin l'action du nématicide ne semble pas atteindre la plupart des espèces, excepté peut-être le *Fusarium solani* dont la fréquence dans les nécroses des racines du sujet témoin est sensiblement plus élevée que dans celles du traité.

CONCLUSIONS

Les conclusions provisoires que nous pouvons tirer de ces isollements sont les suivantes :

- a) une certaine concordance entre les résultats obtenus et les travaux antérieurs réalisés par d'autres auteurs, portant principalement sur l'importance des *Fusarium sp.* et spécialement des espèces *Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani*, ainsi que de *Rhizoctonia*, dans la formation et l'évolution des nécroses.

- b) une flore fongique dans les nécroses, légèrement plus riche au niveau supérieur qu'au niveau profond (bien que la différence ne soit pas statistiquement significative.)

- c) une répartition uniforme de la mycoflore des nécroses tout autour de la plante, très probablement en relation avec une certaine homogénéité du système racinaire issu du rhizome.

- d) l'action extrêmement faible du nématicide (némagon) sur les principaux éléments de cette flore fongique des nécroses.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE

BACHELIER G., CURIS M. et MARTIN D. Étude de la plaine bananière au 1/20 000, I.R.C.A.M. 1956.

BACHELIER G., CURIS M. et MARTIN D. Études pédologiques faites à la station de l'I.F.A.C. à Nyombé au 1/20 000, I.R.C.A.M. 1956.